

IAP20 Rec'd PCT/PTD 15 DEC 2005

1

**Dispositif d'acquisition et de surveillance de l'évolution  
d'une grandeur liée à un produit et système de surveillance de  
produit incorporant un tel dispositif**

5        La présente invention concerne, de manière générale, l'acquisition et la surveillance de grandeurs liées à un produit. Plus particulièrement, l'invention concerne la surveillance de l'évolution dans le temps d'au moins une grandeur liée à un produit afin d'en contrôler l'état ou l'intégrité.

10      L'invention s'applique en particulier à la prévention de la dégradation d'un produit périssable ou à la prévention de sa contamination. Ainsi, une application particulièrement intéressante de l'invention concerne le contrôle de la température d'une poche de sang entre une phase de prélèvement et une phase de transfusion. On conçoit cependant que l'invention s'applique également à tout type de produits ou denrées périssables, tels que des denrées alimentaires ou des médicaments pour lesquels les conditions de transport doivent être précisément contrôlées afin d'éviter tout risque de dégradation.

15      De manière conventionnelle, le contrôle de l'acheminement d'un produit périssable s'effectue, par exemple, en utilisant des capteurs de température qui changent de couleur de manière irréversible si la température du produit a dépassé une valeur de seuil correspondant à une valeur maximale autorisée pour le produit.

20      Il a également été proposé d'utiliser des capteurs de mesure associés à des moyens de mémorisation dans lesquels sont chargées les données issues des capteurs. Des moyens de calcul, dûment programmés, assurent le traitement des données issues des capteurs pour élaborer un signal d'alerte en cas de dépassement, même momentané, de la valeur de seuil.

25      Ce type de dispositif assure une traçabilité relativement efficace d'un produit dans la mesure où il permet de contrôler efficacement tout dépassement d'une grandeur surveillée.

Il présente cependant un inconvénient majeur dans la mesure où la quantité des données stockées est directement liée à la capacité de la mémoire de sorte qu'il n'est pas possible d'effectuer une surveillance d'un produit pendant des durées relativement importantes ou de surveiller simultanément plusieurs grandeurs sans augmenter de manière rédhibitoire la capacité de la mémoire et donc la taille dudit dispositif.

Le but de l'invention est donc de pallier les inconvénients de l'état de la technique.

Elle a donc pour objet un dispositif d'acquisition et de surveillance de l'évolution dans le temps d'au moins une grandeur liée à un produit, comprenant un support destiné à être associé au produit et portant un ensemble d'au moins un capteur de mesure de ladite grandeur et des moyens de traitement des données issues du capteur pour surveiller l'évolution de ladite grandeur par rapport à des valeurs de seuil.

Selon une caractéristique générale du dispositif selon l'invention, les moyens de traitement comportent un système de fichiers dans lequel les données issues du capteur sont mémorisées et un algorithme gestionnaire apte à organiser le stockage des données dans le système de fichier et à gérer la restitution desdites données, le système de fichiers et l'algorithme gestionnaire étant embarqués dans le support.

Grâce à l'utilisation d'un algorithme gestionnaire embarqué, il est possible d'organiser le stockage des données mémorisées et d'augmenter ainsi le volume d'informations stockées sans prévoir de format spécifique pour les données mémorisées, le stockage s'effectuant alors de manière analogue à un stockage de données dans un disque dur d'ordinateur.

Selon une autre caractéristique du dispositif selon l'invention, celui-ci comporte en outre une horloge interne universelle, les moyens

de traitement assurant la surveillance de l'évolution dans le temps de ladite grandeur en fonction de données horaires fournies par l'horloge.

Avantageusement, les moyens de traitement comportent en outre des moyens pour élaborer des phases de surveillance du produit 5 correspondant chacune à un état du produit, par affectation de valeurs de seuil et de durée spécifiques à chaque phase.

De préférence, on dote le dispositif d'un organe de visualisation apte à indiquer un dépassement de la ou des valeurs de seuil. Cet organe de visualisation peut être un indicateur clignotant 10 dont la couleur traduit un critère d'acceptation d'un dépassement signalé. Par exemple, l'indicateur clignotant comporte une diode électroluminescente.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif comporte une pile d'alimentation autonome. On utilise 15 avantageusement des moyens d'élévation de tension pour l'alimentation de la diode électroluminescente à partir de la pile d'alimentation.

En outre, le dispositif comporte des moyens pour transférer les données mémorisées vers un système de télésurveillance de produits, 20 en réponse à une requête de transfert desdites données émise par ledit système.

Avantageusement, les moyens de transfert sont des moyens de transfert de données sans fil.

Dans un mode de réalisation particulier, le support comporte en 25 outre des moyens de codage d'information par code barres.

Selon l'invention, il est également proposé un système de surveillance de produits par contrôle de l'évolution dans le temps d'au moins une grandeur liée au produit, comprenant un ensemble de capteurs de mesure de ladite grandeur et un centre de télésurveillance 30 pour la consultation des données issues des capteurs.

Les capteurs sont constitués par des dispositifs tels que définis ci-dessus.

Selon une caractéristique de ce système, le centre de télésurveillance est raccordé à un réseau informatique, en particulier le réseau Internet.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non imitatif, et faite en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique générale d'un système de surveillance de produits conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un capteur de mesure du système de la figure 1 ; et
- les figures 3 et 4 sont des courbes illustrant un exemple de valeurs de seuil de température et d'humidité stockées dans le système selon l'invention ;
- la figure 5 illustre l'évolution en fonction du temps du niveau de température et d'humidité relevés au moyen du système selon l'invention ; et
- la figure 6 est une courbe illustrant l'évolution en fonction du temps de la température d'une poche de sang entre son prélèvement et sa transfusion.

Sur la figure 1, on a représenté l'architecture générale d'un système de surveillance de produit conforme à l'invention. Ce système est destiné à mettre en œuvre une traçabilité de produits, c'est-à-dire à suivre les produits aux différents stades de leur production, transformation, commercialisation ou transport, par contrôle de l'évolution dans le temps d'une ou plusieurs grandeurs liées aux produits.

Comme on le voit sur cette figure 1, le système comporte un ensemble de traceurs, tels que 10, destinés à être apposés sur les produits, et un ensemble d'émetteurs/récepteurs, tels que 12, destinés à entrer en communication avec les traceurs 10, notamment pour récupérer des données de mesure élaborées par les traceurs.

Les traceurs 10 sont essentiellement réalisés sous la forme d'un support, sur lesquels sont implantés des capteurs ou détecteurs de mesure des grandeurs caractéristiques à mesurer, des moyens de mémorisation pour le stockage des données issues des capteurs, et des moyens de traitement pour l'analyse des données issues des capteurs.

5 Comme on le conçoit, la nature et le nombre des grandeurs à surveiller dépend du type de produit dont il convient d'assurer la traçabilité. Ainsi, par exemple, les détecteurs embarqués sur les traceurs peuvent être constitués par des capteurs de température, des capteurs 10 d'accélération, des capteurs de pression, ... Cependant, la grandeur mesurée peut être constituée par tout type de paramètre physique dont une dérive est susceptible d'affecter le produit.

Comme cela sera décrit en détail par la suite, les traceurs 10 assurent en continu, éventuellement de manière périodique, 15 l'acquisition de données de mesure, ces données étant ensuite, après mémorisation, analysées par les moyens de traitement embarqués sur le support pour détecter tout dépassement au-delà d'une ou plusieurs valeurs de seuil maximales autorisées. On notera que, de préférence, les données sont mémorisées selon des intervalles tels que les données 20 sont acquises en surnombre, ce qui permet, par analyse ultérieure, de détecter des anomalies d'acquisition.

Au cours de leur cheminement, lorsque les produits et les traceurs 10 qu'ils portent atteignent un point de passage prédéterminé, 25 les données de mesure ainsi que les données de traitement sont transférées vers des émetteurs/récepteurs 12. Un centre de télésurveillance équipé d'une station de consultation 14 permet alors la consultation à distance des données et leur analyse pour l'élaboration d'historiques et l'identification et la localisation de dysfonctionnements au sein de la chaîne d'acheminement des produits.

30 Par exemple, comme on le voit sur la figure 1, les émetteurs-récepteurs 12 sont raccordés à un réseau informatique, par exemple le réseau Internet 16 ou un réseau informatique local. Dans ce cas, un

serveur Web 18 est utilisé pour la gestion à distance des différents éléments du système de surveillance et pour la centralisation des données issues des traceurs 10.

Par exemple, comme on le voit sur la figure 1, les émetteurs-récepteurs 12 peuvent être associés à une station de traitement intermédiaire 20 pour la consultation sur site des données récupérées ou, en variante, communiquer directement avec le serveur Web par l'intermédiaire d'un routeur 22.

On va maintenant décrire en référence à la figure 2 la structure générale d'un traceur 10 utilisé pour mesurer, stocker et analyser une grandeur physique liée à un produit à surveiller.

Comme indiqué précédemment, un tel traceur 10 comporte essentiellement un support 24 en forme générale de parallélogramme dont les dimensions peuvent être, par exemple, de l'ordre de 10 cm x 15 5 cm, pour une épaisseur maximale de l'ordre de 5 mm.

Un tel traceur 10 est destiné à être fixé sur un produit dont il convient d'assurer la traçabilité, par exemple par collage.

Comme indiqué précédemment, il comporte un ensemble de capteurs, tels que 26, assurant chacun la mesure d'une grandeur physique du produit pour lequel une dérive est susceptible d'altérer l'intégrité, ou la conservation.

Les données issues des capteurs 26 sont fournies à une unité de conversion et de calibrage métrologique 28 réalisant un ajustage des données issues des capteurs en fonction de courbes d'étalonnage fournies par les constructeurs des capteurs.

Après pré-traitement, les données de mesure sont mémorisées dans une unité de stockage 30 sous le contrôle d'un dispositif gestionnaire 32 embarqué sur le traceur 10.

En effet, selon une caractéristique de l'invention, l'unité de mémorisation 30 se présente sous la forme d'un système de fichiers, c'est-à-dire un ensemble de fichiers pour lesquels la mémorisation et la restitution de données s'effectue de manière organisée sous le

contrôle du gestionnaire de fichiers 32, la nature des informations à enregistrer n'intervenant pas dans les règles d'organisation du support de stockage. Ainsi, selon un tel système, l'espace de mémorisation est réparti en plusieurs sous-ensembles identifiables individuellement, la 5 taille des éléments individuels mémorisés ne faisant pas partie des règles de stockage des données.

L'acquisition et le stockage des données dans le système de fichier s'effectue de manière indépendante, grâce à l'utilisation d'horloges différentes pour l'acquisition des données, d'une part, et leur mémorisation, d'autre part. En particulier, la période de mesure 10 est indépendante de la période d'enregistrement des données. Il est ainsi possible, par exemple, d'adapter le flux de données à stocker dans le système de fichiers en fonction de la vitesse de variation des grandeurs surveillées. On diminue ainsi la taille des moyens de 15 mémorisation utilisés, par apport à un traceur dans lequel le stockage des données serait effectué selon la période d'acquisition. Les temps de traitement des données et leur transmission pour leur restitution future sont également considérablement réduits.

Le système de fichier est divisé en quatre zones mémoire, à 20 savoir une zone de taille fixe et trois zones de taille variable, définies au moyen d'un outil de programmation.

La première zone de taille fixe est destinée à contenir des données de programmation du traceur 10.

La deuxième zone, de taille variable, embarque les données 25 utilisateur, en particulier des fichiers informatiques à extension standard, compressés ou non.

La troisième zone est une zone de mémorisation tampon dans laquelle sont enregistrées les mesures pendant une période 30 d'enregistrement et uniquement pendant cette période. Le choix du type de mesures mémorisées dans cette troisième zone est effectuée au cours de la programmation, et en particulier, à partir des données extraites de la première zone de mémorisation. Ainsi, dans la troisième

zone, il est possible de mémoriser uniquement des valeurs minimales, maximales, moyennes, intégrales, en décibels, pondérées, brutes ou filtrées, ...

5 Enfin, quatrième zone constitue une zone de mémorisation définitive dans laquelle sont mémorisées les données provenant de la troisième zone. Cet enregistrement s'effectue généralement sur 16 bits.

A l'issue de la période d'enregistrement, on enregistre une valeur associée à un temps.

10 Ainsi, le système de fichiers gère l'ordonnancement des données dans les moyens de mémorisation, le type de données, et, de manière générale, la procédure de stockage des données à partir de données de programmation préalablement établies par l'utilisateur et à partir de données mémorisées dans une mémoire tampon. En outre, le système de fichiers gère les données provenant de l'extérieur dans une 15 deuxième zone mémoire, ce qui permet une modification dynamique et, éventuellement à distance, des données utilisateur, telles que des valeurs de seuil, en fonction de circonstances particulières.

20 Le traceur 10 est par ailleurs pourvu d'une unité de calcul 34 assurant le contrôle proprement dit de l'évolution des grandeurs surveillées et mémorisées. Cette unité de calcul 34 est couplée à une horloge interne universelle (non représentée), permettant de surveiller l'évolution des grandeurs surveillées en fonction de critères horaires. Comme cela sera décrit en détail par la suite, il est dès lors possible 25 d'élaborer des phases de surveillance au cours de chacune desquelles on prévoit des seuils maximum spécifiques.

Un organe de visualisation 36, réalisé de préférence à partir de diodes électroluminescentes, permet de fournir une indication quant à l'évolution de la ou des grandeurs surveillées par rapport aux valeurs de seuil.

30 En outre, une pile 38 associée à un convertisseur d'énergie 40 assure l'alimentation des principaux éléments entrant dans la constitution du traceur 10. En particulier, le convertisseur d'énergie

40 réalise une élévation de tension apte à l'alimentation des diodes électroluminescentes entrant dans la constitution de l'organe de visualisation 36, à partir de la pile 38.

Enfin, le traceur 10 est complété par des moyens d'émission et  
5 de réception permettant une transmission de données sans fil entre le traceur 10 et les émetteurs/récepteurs du système de télésurveillance. On notera que la communication sans fil utilisée pour le transfert de données peut être basée sur tout type de technique de télécommunication appropriée pour l'utilisation envisagée. A titre  
10 d'exemple, les technologies suivantes peuvent être utilisées : IRP, IRDA, RF 13.56, 433, 868, 915, Bluetooth, Wi-Fi. Cependant, toute autre technologie peut également être envisagée, en fonction des contraintes d'exploitation.

Comme on le voit sur la figure 2, ces moyens d'émission et de  
15 réception comportent, d'une part, un émetteur 42 associé à un module 44 de cryptage de fichiers, et, d'autre part, un récepteur 46 associé à un module 48 de décodage de fichiers, l'émetteur 42 et le récepteur 46 étant en communication avec une antenne 50 apte à entrer en communication avec une antenne correspondante de  
20 l'émetteur/récepteur 12 du système de télésurveillance.

Le système qui vient d'être décrit fonctionne de la façon suivante :

Pour procéder à la traçabilité d'un produit, le traceur 10, associé à ce produit, acquiert, en permanence, par exemple de façon périodique, des données de mesure d'une grandeur à surveiller. Ces données sont, après calibrage et traitement par le gestionnaire de fichier 32, stockées dans l'unité de stockage 30. Par ailleurs, l'unité de calcul 34 réalise, pour chaque donnée acquise, une comparaison avec une ou plusieurs valeurs de seuil prédéterminées de manière à déetecter tout dépassement qui pourrait avoir une influence sur la bonne conservation du produit.  
30

Comme indiqué précédemment, l'unité de calcul 34 adapte les valeurs de seuil en fonction de phases de surveillance.

Ainsi, par exemple, pour un traceur destiné au marché de l'agroalimentaire ou de la pharmacie, destiné à surveiller l'évolution dans le temps de la température et de l'humidité relative d'un produit, le traceur est pourvu de deux capteurs, à savoir un capteur de température et un capteur d'humidité.

Par exemple, les valeurs limites de température et d'humidité sont données par les courbes illustrées sur les figures 3 et 4. Ainsi, les 10 valeurs limites de température à ne pas dépasser pour un produit à protéger sont de 25 °C à humidité relative de 60 % pendant 3 ans et de 30 °C à humidité relative de 60 % pendant 10 jours. En ce qui concerne l'humidité, ces valeurs sont de 60 % d'humidité relative à 25 °C pendant 3 ans et de 90 % d'humidité relative à 25 °C pendant 10 15 jours.

Comme on le voit sur la figure 5, l'embarquement d'un algorithme gestionnaire au sein des traceurs permet l'élaboration d'une fonction en trois dimensions à partir des grandeurs mesurées. Un tel fonctionnement est basé sur les lois d'Arrhenius et/ou Eyring. Le 20 système conserve en outre des seuils de déclenchement irréversibles.

Ainsi, comme on le voit sur la figure 5, il est possible d'élaborer un graphe en trois dimensions liant des niveaux de température et d'humidité relative en fonction du temps et permettant de mettre ainsi aisément en oeuvre toute étude de stabilité du produit 25 surveillé, dans la mesure où le programme permettant la mise en oeuvre de ces études de stabilité est intégré dans chaque traceur.

En se référant à la figure 6, pour une poche de sang, au cours d'une première phase comprise entre T0 et T0 + 1 jour, qui correspond au prélèvement du sang, la température doit être abaissée sensiblement 30 régulièrement d'environ +37 °C à environ +7 °C. Au cours de la deuxième phase, qui se prolonge jusqu'à l'instant T0 + 42 jours, la poche ainsi prélevée est transportée et conservée jusqu'au lieu

d'utilisation. La troisième phase, qui dure environ 6 heures, correspond à une phase de transfusion proprement dite.

Ainsi, au cours de la première phase, c'est-à-dire la phase de prélèvement, la température du sang doit régulièrement chuter jusqu'à 5 une température de l'ordre d'environ 7 °C.

Lors de la deuxième phase, c'est-à-dire au cours de sa conservation, la température du sang ne doit pas excéder 8 °C. Cependant, au cours de la phase de transport proprement dite, qui 10 constitue une phase relativement brève, de l'ordre de 24 heures, on autorise une élévation relativement faible de la température, jusqu'à une température de l'ordre de 10 °C. Enfin, la phase de transfusion ne doit pas se faire à une température supérieure à environ 24 °C.

Ainsi, l'unité de calcul 34 détermine au moyen de l'horloge interne universelle la phase dans laquelle le produit se situe puis 15 élabore les seuils à ne pas dépasser.

Dans le cas où un dépassement est détecté, une information correspondante est mémorisée dans le système de fichier 30.

Parallèlement, l'unité de visualisation 36 est pilotée de manière à fournir une indication quant à un tel dépassement.

Ainsi, par exemple, en cas d'absence de dépassement, l'organe 20 de visualisation 36 est piloté de manière à émettre un clignotement vert. Au contraire, lorsqu'un déplacement est détecté, l'organe de visualisation 36 est piloté de manière à émettre un clignotement rouge indiquant ainsi que le produit n'est plus apte à être consommé ou 25 utilisé. Bien entendu, comme on le conçoit, le passage d'un clignotement vert à un clignotement rouge s'effectue de manière irréversible.

Enfin, lorsque le traceur 10, au cours de son cheminement, passe en regard d'un émetteur/récepteur 12, les informations 30 mémorisées sont téléchargées pour être ensuite transmises vers le serveur Web 18. Il est ainsi possible de consulter, de manière centralisée et à distance, la position de l'ensemble des produits

surveillés et de disposer de l'ensemble des informations représentatives de l'évolution d'un paramètre surveillé.

Bien entendu, le transfert de données entre le traceur et les émetteurs/récepteurs s'effectue de manière bidirectionnelle, des informations pouvant automatiquement être transmises vers les traceurs lors d'un passage devant de tels émetteurs/récepteurs. Ainsi, par exemple, lors du prélèvement sanguin, on inscrit dans le système de fichier l'ensemble des informations relatives au donneur, telles que son nom, son groupe sanguin, son rhésus,...ces informations pouvant alors être aisément récupérées lors du passage de la poche devant un émetteur/récepteur du lieu de transfusion.

On notera que, de préférence, les traceurs peuvent également être liés à des moyens de codage de type code barres pour le stockage d'informations de manière redondante, de sorte que ces informations puissent être récupérées même lorsque l'on ne dispose pas de moyens pour établir une communication avec les traceurs.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif d'acquisition et de surveillance de l'évolution dans le temps d'au moins une grandeur liée à un produit, comprenant un support (24) destiné à être associé au produit et portant un ensemble d'au moins un capteur (26) de mesure de ladite grandeur et des moyens (30, 32, 34) de traitement des données issues du capteur pour surveiller l'évolution de ladite grandeur par rapport à des valeurs de seuil, caractérisé en ce que les moyens de traitement comportent un système de fichiers (30) dans lequel les données issues du capteur sont mémorisées et un algorithme gestionnaire (32) apte à organiser le stockage des données dans le système de fichiers et à gérer la restitution desdites données, le système de fichiers et l'algorithme gestionnaire étant embarqués dans le support.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une horloge interne universelle, les moyens de traitement (30, 32, 34) assurant la surveillance de l'évolution dans le temps de ladite grandeur en fonction de données horaires fournies par l'horloge.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de traitement (30, 32, 34) comportent des moyens pour élaborer des phases de surveillance du produit correspondant chacune à un état du produit, par affectation de valeurs de seuil et de durées spécifiques à chaque phase.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte un organe de visualisation (36) apte à indiquer un dépassement de la ou des valeurs de seuil.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'organe de visualisation est un indicateur clignotant dont la couleur traduit un critère d'acceptation d'un dépassement signalé.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'indicateur clignotant comporte une diode électroluminescente.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une pile d'alimentation autonome (38) et des moyens d'élévation de tension (40) pour l'alimentation de la diode électroluminescente.

5 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (42, 46) pour transférer les données mémorisées vers un système de télésurveillance de produits, en réponse à une requête de transfert desdites données émise par ledit système.

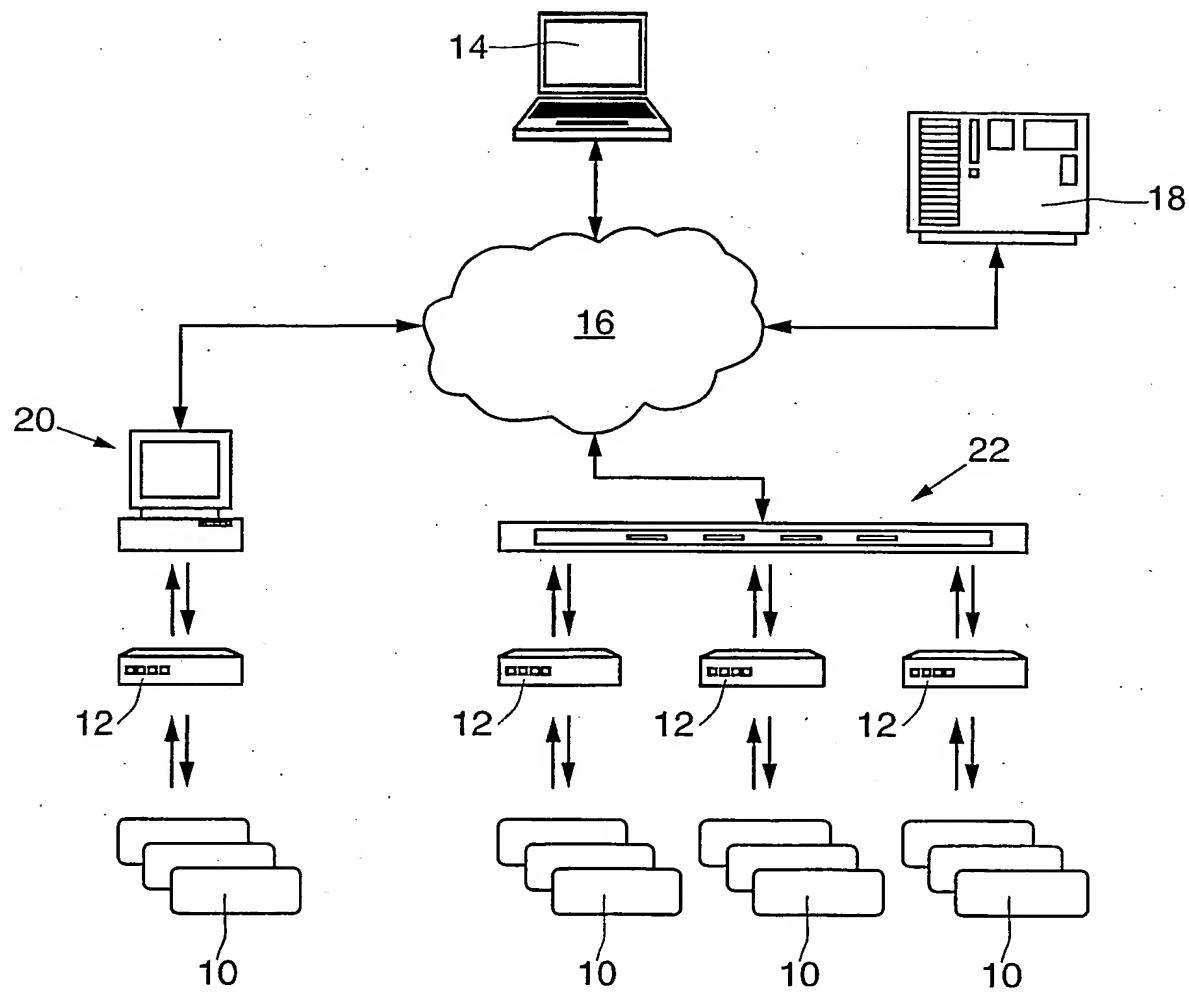
10 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens pour transférer les données sont des moyens de transfert de données sans fil.

15 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le support comporte en outre des moyens de codage d'informations par code barres.

20 11. Système de surveillance de produits par contrôle de l'évolution dans le temps d'au moins une grandeur liée aux produits, comprenant un ensemble de capteurs (10) de mesure de ladite grandeur et un centre de télésurveillance pour la consultation des données issues des capteurs, caractérisé en ce que les capteurs sont constitués par des dispositifs selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce le centre de télésurveillance est raccordé à un réseau informatique, en particulier le réseau internet.

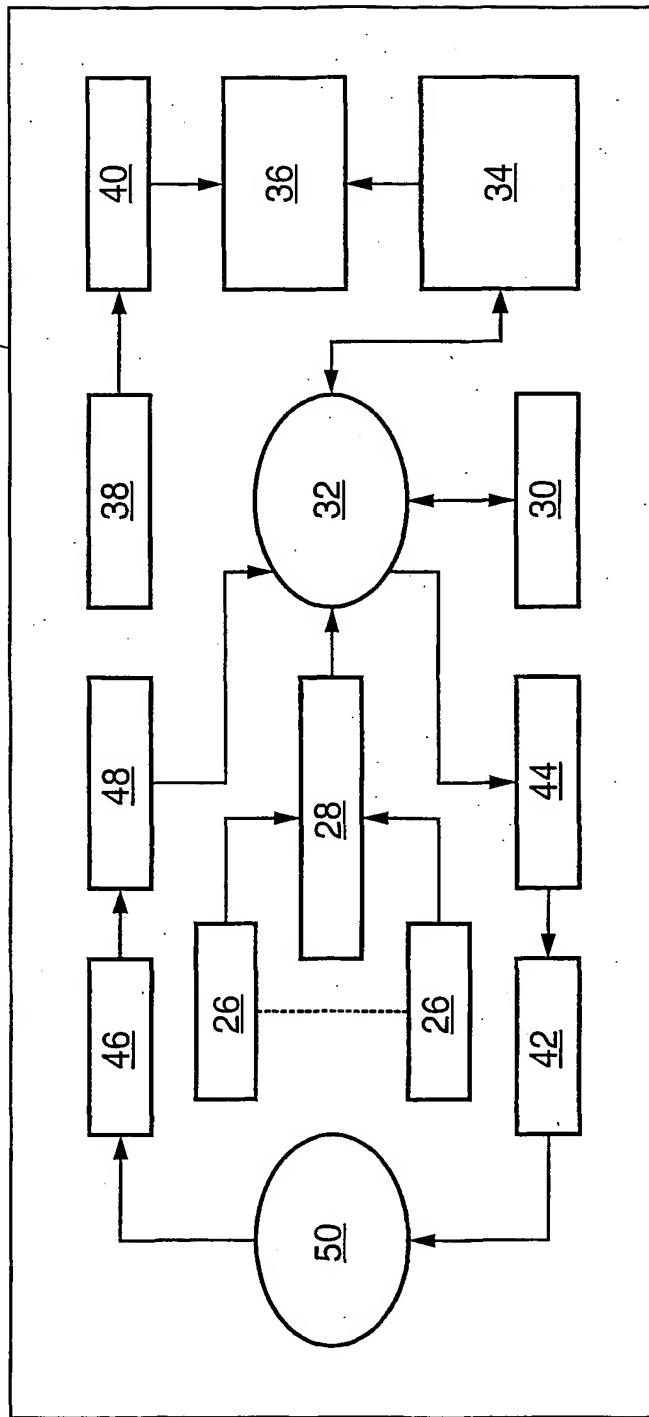
25

FIG.1

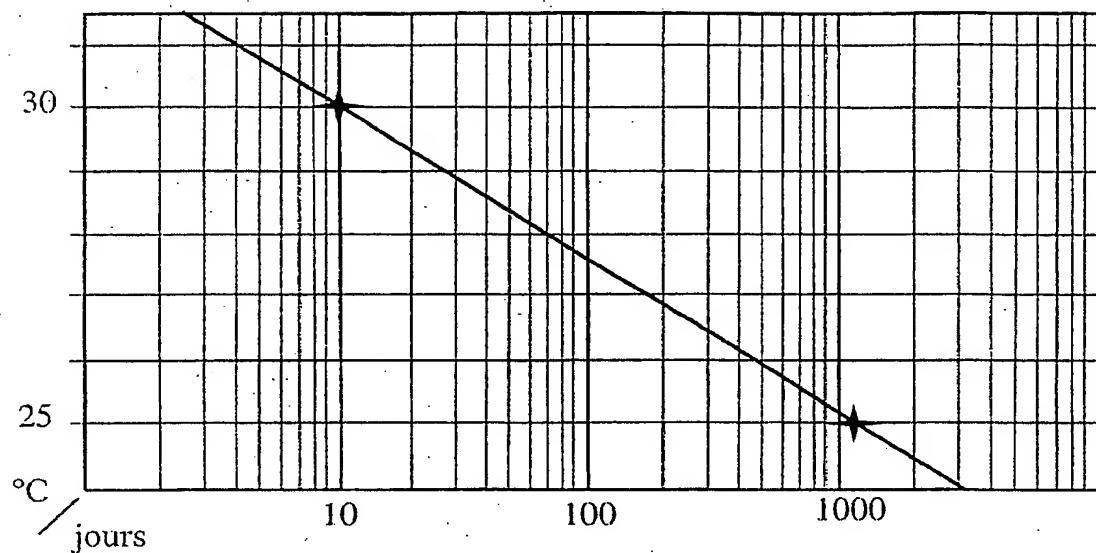
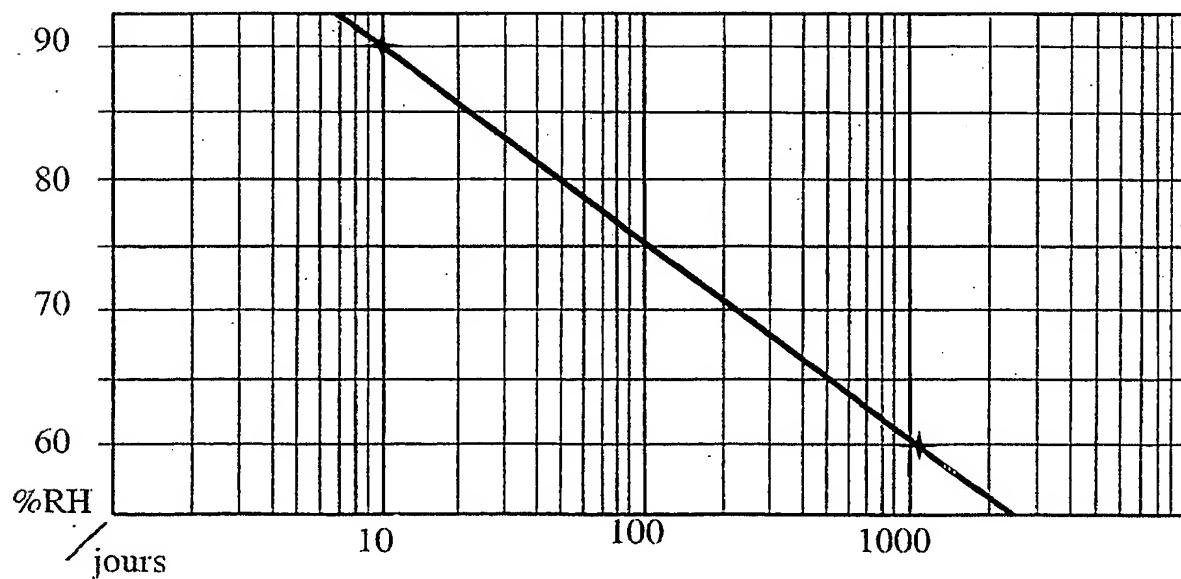
2/5

FIG.2

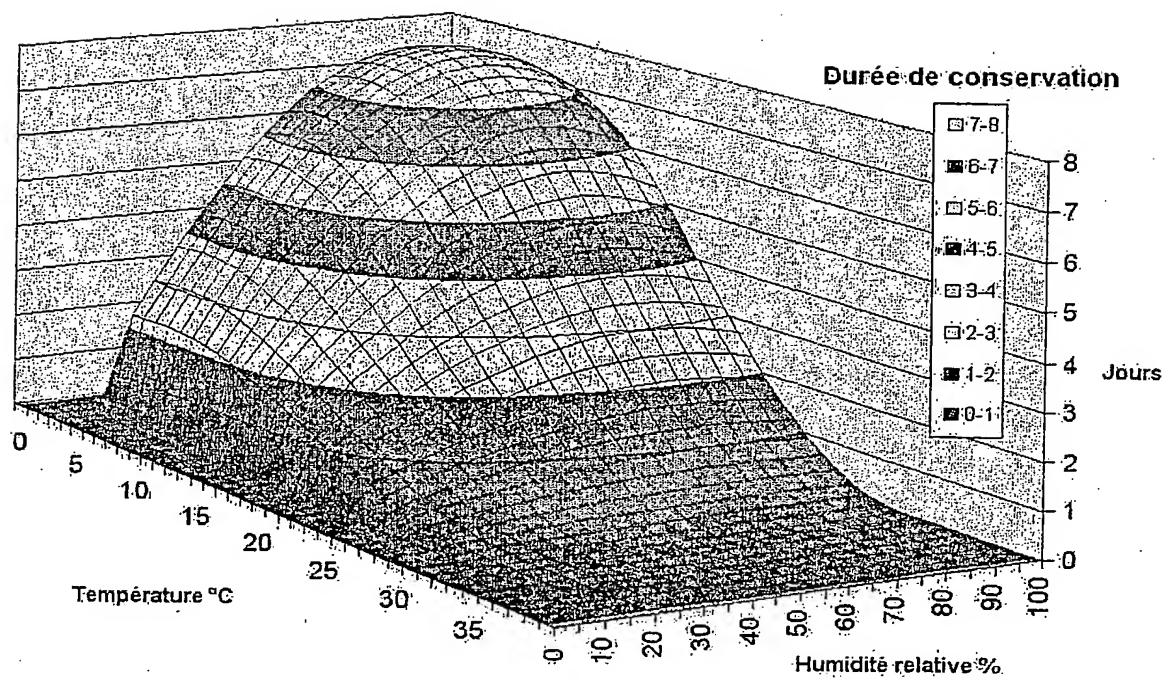
24



3/5

FIG.3FIG.4

4/5

**FIG.5**

5/5

FIG.6